

# Pengaruh Co-doping Mg<sup>2+</sup> dan Fe<sup>3+</sup> terhadap Performa Elektrokimia Li<sub>4</sub>Ti<sub>5</sub>O<sub>12</sub> sebagai Material Anoda Baterai Ion Litium = Effect of Mg<sup>2+</sup> and Fe<sup>3+</sup> Co-doping on Electrochemical Performance of Li<sub>4</sub>Ti<sub>5</sub>O<sub>12</sub> as Anode Material for Lithium-ion Batteries

Faizah, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20513435&lokasi=lokal>

---

## Abstrak

Anoda Li<sub>4</sub>Ti<sub>5</sub>O<sub>12</sub> (LTO) yang didoping dengan Mg dan Fe dalam bentuk Li<sub>4-x</sub>Mg<sub>x</sub>Ti<sub>5-x</sub>Fe<sub>x</sub>O<sub>12</sub> ( $x = 0, 0.05, 0.1$ ) telah berhasil disintesis menggunakan metode solidstate dengan bantuan sonikasi menggunakan sumber prekursor TiO<sub>2</sub> dan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, baik komersial maupun hasil sintesis. Hasil SEM menunjukkan sampel dengan co-doping Mg dan Fe pada LTO komersial memiliki morfologi yang relatif sama dan seragam dan terjadi pengurangan ukuran partikel co-doping LTO dengan  $x = 0.05$ . Namun, co-doping LTO hasil sintesis tidak ditemukan adanya reduksi pada ukuran partikel yang mengindikasikan bahwa co-doping Mg dan Fe tidak berpengaruh pada ukuran partikel. Hasil EDS menunjukkan kehadiran unsur Mg, Fe, Ti, dan O yang menunjukkan bahwa unsur yang diinginkan pada sampel co-doping dan persebarannya relatif merata. Karakterisasi XRD menunjukkan bahwa fasa Mg(OH)<sub>2</sub> dan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> tidak ditemukan di dalam struktur codoping LTO yang mengindikasikan bahwa atom Mg dan Fe telah bergabung dengan struktur LTO. Sampel dengan prekursor TiO<sub>2</sub> dan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> komersial dan TiO<sub>2</sub> sintesis dengan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> hasil purifikasi pada komposisi  $x = 0.1$  memiliki fasa pengotor terendah dibandingkan LTO komersial dan LTO sintesis murni yaitu 12,7% dan 9,9%. Nilai R<sub>ct</sub> semua sampel co-doping menunjukkan nilai R<sub>ct</sub> lebih kecil dibandingkan nilai R<sub>ct</sub> LTO murni (R<sub>ct</sub> co-doping < R<sub>ct</sub> LTO murni). Hal ini menunjukkan bahwa co-doping Mg dan Fe mengurangi hambatan difusi LTO, sehingga meningkatkan transfer muatan dan konduktivitas listrik. Dengan demikian, menunjukkan bahwa pergerakan ion Li<sup>+</sup> lebih mudah pada sampel LTO yang didoping. Sampel LTO sintesis dengan menggunakan prekursor Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> hasil purifikasi ( $x = 0.1$ ) memiliki nilai R<sub>ct</sub> paling rendah dibandingkan semua sampel yaitu 85,41 dan memiliki nilai koefisien difusi ion litium dan konduktivitas paling besar yaitu  $2,081 \times 10^{-11} \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$  dan  $2,913 \text{ S} \cdot \text{cm}^{-1}$ . Selain itu, memiliki nilai E yang paling rendah, sehingga memiliki derajat polarisasi terendah dan reversibilitas yang paling baik. Pada C-rate tinggi (15C), sampel LTO sintesis dengan penambahan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> hasil purifikasi ( $x=0.1$ ) memiliki kapasitas tertinggi dibandingkan sampel co-doping LTO sintesis lainnya yaitu 21,716 mAh/g. Sedangkan pada co-doping LTO komersial, LTO komersial dengan prekursor Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> komersial ( $x=0.1$ ) memiliki kapasitas tertinggi yaitu 47,70 mAh/g

.....Li<sub>4</sub>Ti<sub>5</sub>O<sub>12</sub> (LTO) anode doped with Mg and Fe in the form of Li<sub>4-x</sub>Mg<sub>x</sub>Ti<sub>5-x</sub>Fe<sub>x</sub>O<sub>12</sub> ( $x = 0, 0.05, 0.1$ ) was successfully synthesized using the solid-state method with sonication using TiO<sub>2</sub> and Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> precursor sources, both commercial and synthetic. SEM results showed that the co-doped samples of Mg and Fe on commercial LTO had

relatively the same and uniform morphology and particle size reduced of the LTO codoped particles with  $x = 0.05$ . However, co-doping of synthesized LTO was not found in any reduction in particle size, indicating that Mg and Fe co-doping had no effect on particle size. The EDS results showed the presence of Mg, Fe, Ti, and O elements which indicated that the desired element in the co-doping sample and its distribution was relatively even. XRD characterization showed that Mg(OH)<sub>2</sub> and Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> phases were not found in the LTO co-doping structure indicating that Mg and Fe atoms had joined the LTO structure. Samples with commercial TiO<sub>2</sub> dan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> precursor and synthesized TiO<sub>2</sub> with purified Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> at the composition  $x = 0.1$  had the lowest impurity phase compared to commercial LTO and synthetic LTO, namely 12.7% and 9.9%. The R<sub>ct</sub> value of all codoping samples shows that the R<sub>ct</sub> value is smaller than the R<sub>ct</sub> value for pure LTO (codoping R<sub>ct</sub> < pure LTO R<sub>ct</sub>). This suggests that the co-doping Mg and Fe reduces the diffusion resistance of LTO, thereby increasing charge transfer and electrical conductivity. Thus, it shows that the movement of Li<sup>+</sup> ions is easier in the co-doped LTO samples. Synthesized LTO samples using the purified Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> precursor ( $x = 0.1$ ) has the lowest R<sub>ct</sub> value compared to all samples, namely 85.41 and has the greatest value of lithium ion diffusion coefficient and conductivity values of  $2.081 \times 10^{-11}$  cm<sup>2</sup>.s<sup>-1</sup> and 2.913 S.cm<sup>-1</sup>. In addition, it has the lowest E value, so it has the lowest degree of polarization and the best reversibility. At a high C-rate (15C), the synthetic LTO sample with the addition of purified Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ( $x = 0.1$ ) has the highest capacity compared to other synthetic LTO co-doping samples, namely, 21.716 mAh/g. While in commercial LTO co-doping, sample commercial Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> precursor ( $x = 0.1$ ) has the highest capacity of 47.70 mAh/g.